



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DA CERÂMICA NAS
PROPRIEDADES ÓPTICAS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS**

Trabalho submetido por
Cláudia Sofia Vicente Batista
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

junho de 2019



INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

**INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DA CERÂMICA NAS
PROPRIEDADES ÓPTICAS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS**

Trabalho submetido por
Cláudia Sofia Vicente Batista
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor José Alexandre Reis

e coorientado por
Mestre Joana Pereira

junho de 2019

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Doutor José Alexandre Reis pelo apoio fundamental, trabalho incansável e disponibilidade na elaboração deste trabalho de investigação. Sem dúvida, um grande Professor.

À minha co-orientadora Mestre Joana Pereira, por todo o empenho, mostrando-se sempre disponível para ajudar.

Ao Instituto Universitário Egas Moniz e a todos os Professores, que me permitiram crescer a todos os níveis, nestes últimos cinco anos.

Aos meus pacientes, pela paciência e compreensão.

À minha mãe, que é um exemplo a seguir, pela sua força incrível. Por todo o esforço e dedicação que sempre teve connosco, é, sem dúvida, o pilar desta família.

Ao meu pai, um grande homem, mas principalmente um grande lutador. De poucas palavras, mas de grandes acções, disponibilizando-me sempre as ferramentas necessárias para que pudesse seguir os meus sonhos.

Ao meu irmão, que se foi tornando num grande homem, desde pequeno o meu maior protetor.

À minha gémea, que está comigo desde o primeiro minuto, é sem dúvida a minha pessoa preferida no mundo.

Ao meu namorado, por tudo o que fez e continua a fazer por mim, e por todos os dias me ajudar a crescer enquanto pessoa. É, inquestionavelmente, o meu grande apoio.

À minha família, por estar sempre disponível para mim, obrigada pelo vosso amor incondicional.

Aos meus amigos, os melhores do mundo, tenho muita sorte em ter-vos comigo.

À minha colega de box, sem ela não teria sido o mesmo. Que continuemos a ser esta dupla fantástica durante muitos anos.

A todas as pessoas que de alguma forma fizeram com que estes 5 anos fossem sem dúvida os melhores anos.

Por fim, a quem já não está comigo fisicamente, mas viverá sempre no meu coração.

1 Resumo

Objetivo: Avaliação *in vitro* das alterações de cor da cerâmica dissilicato de lítio quando utilizada com diferentes materiais de cimentação, variando a espessura da cerâmica.

Materiais e Métodos: Foram preparadas 40 amostras de cerâmica dissilicato de lítio Cerec® Blocs C/PC cor A2 com duas espessuras diferentes: 0,5mm e 0,8mm, todas com diâmetro de 12 mm. Foram também preparados 40 discos de resina composta (Rc) Filtek™ Supreme XTE Body (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA), cor A3, com 1mm de espessura, também estas com diâmetro de 12 mm. Depois do polimento e tratamento de superfície da cerâmica, as amostras foram cimentadas e aderidas às de resina composta com o cimento de resina fotopolimerizável RelyXTM Veneer (cores B0,5 e Translucent). A análise da cor foi realizada com espectrofotometria de reflexão antes e após a cimentação.

Resultados: Na análise de cor, o ΔE foi superior a 1,7 em todos os grupos, o que se pode concluir que a variação de cor foi sempre visível clinicamente. Ao retiramos o valor da cerâmica inicial após a cimentação das amostras apenas existiram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) entre as médias dos valores das duas espessuras de cerâmica 0,5mm e 0,8mm quando cimentadas com o cimento de resina fotopolimerizável RelyX B0,5, e entre as médias dos valores dos dois cimentos de resina fotopolimerizáveis RelyX B0,5 e RelyX Translucent na espessura de cerâmica de 0,8mm. Na avaliação sem o valor do compósito inicial após a cimentação das amostras apenas existiram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) entre a média dos valores referentes às duas espessuras de cerâmica, 0,5mm e 0,8mm, quando cimentadas com o cimento RelyX B0,5.

Conclusões: A cor do cimento e a a espessura da cerâmica influenciam a cor final de uma restauração com uma cerâmica dissilicato de lítio

Palavras-chave: Cor, Cimento, Cerâmica Dissilicato de Lítio.

2 Abstract

Aim: In vitro evaluation of the color changes of the lithium disilicate ceramic when used with different cementing materials, varying the thickness of the ceramic.

Materials and Methods: Using Cerec® Blocs C/PC (color A2), 40 Lithium Dissilicate ceramic samples were produced with two different thicknesses, 0,5mm and 0,8mm. To use as substrate, 40 disks of composite resin FiltekT Supreme XTE A3 Body Shade with 1mm thickness were produced. After polish and treatment of ceramic surface, the samples were cemented and adhered to the composite resin with one photopolymerizable cement, RelyXTM Veneer (colors B0,5 and translucent). Color variation was analysed with a reflection spectrophotometer.

Results: ΔE was higher than 1.7 in all groups, therefore the color variation was always clinically visible. When the value of the initial ceramic was removed after the cementation of the samples, there was only statistically significant differences ($p < 0.05$) between the mean values of the two ceramic thicknesses, 0.5 mm and 0.8 mm, when cemented with the RelyX B0,5 and between the mean values of the two RelyX B0,5 and RelyX Translucent in the 0.8mm ceramic thickness. When the value of the initial composite was removed after the cementation of the samples, there was only statistically significant differences ($p < 0.05$) between the mean values of the two ceramic thicknesses, 0.5 mm and 0.8 mm, when cemented with the RelyX B0,5 photopolymerizable resin cement.

Conclusions: Thickness of the ceramic and cement color influence the color of the final restoration .

Keywords: Color, Cement, Lithium Dissilicate

3 Índice geral

1	Resumo.....	1
2	Abstract	3
3	Índice geral.....	5
4	Índice de Figuras	7
5	Índice de Tabelas.....	8
6	Lista de Siglas	9
7	Introdução	11
7.1	História da Cerâmica em Medicina Dentária	11
7.2	Cerâmica.....	12
7.2.1	Cerâmica Dissilicato de Lítio	14
7.2.2	Sistemas de cerâmica - Cerec.....	15
7.3	Cimentos em Medicina Dentária.....	15
7.3.1	Características dos Cimentos	16
7.3.2	Cimentos de Resina e Cimentos de Resina Auto-Adesivos	16
7.3.3	Cimentos de Resina Fotopolimerizáveis	18
7.3.4	Resinas Fluidas - Flow	19
7.3.5	Adesão à Superfície Cerâmica	19
7.4	Propriedades Óticas.....	21
7.4.1	Propriedades Óticas Primárias.....	22
7.4.2	Propriedades Óticas Secundárias.....	23
7.5	Cor.....	24
7.5.1	Medição da Cor	24
7.5.2	Propriedades Óticas dos Cimentos	25
8	Objetivos	27
9	Hipóteses	29
10	Materiais e Métodos	31
10.1	Fabricação das amostras.....	33
10.2	Preparação das amostras.....	33
10.3	Cimentação das amostras	34
10.4	Análise da cor.....	34
10.5	Análise Estatística	35
11	Resultados	37

11.1	Estudo da diferença de cor (ΔE).....	41
12	Discussão.....	43
13	Conclusão.....	47
14	Implicações clínicas e estudos futuros	49
15	Bibliografia	51

4 Índice de Figuras

Figura 1- Blocos de cerâmica dissilicato de lítio Cerec® Blocs C/PC cor A2	31
Figura 2- Resina Composta Filtek™ Supreme XTE A3 Body Shade.....	31
Figura 3- Resina Fotopolimerizável RelyXTM Veneer Cement System B0,5	31
Figura 4- Resina Fotopolimerizável RelyXTM Veneer Cement System Translucent	32
Figura 5- Espectrofotômetro Spectro Shade™ (MHT S.p.A., Verona, Itália)	35

5 Índice de Tabelas

Tabela 1 – Composição e indicações clínicas dos materiais utilizados, cimentos de resina e cerâmica	32
Tabela 2- Valores de CIELab do compósito inicial	37
Tabela 3-Valores de CIELab da cerâmica inicial (fundo cinzento)	38
Tabela 4- Resultados de CIELab obtidos após cimentação das amostras (fundo cinzento) (da cerâmica nº1 à 20)	39
Tabela 5- Resultados de CIELab obtidos após cimentação das amostras (fundo cinzento) (da cerâmica nº21 à 40)	40
Tabela 6- Valores de (ΔE) relativos à cerâmica cimentada e à cerâmica inicial.....	41

6 Lista de Siglas

Al₂O₃: Óxido de alumínio

a*: Croma no eixo vermelho/verde

Bis-EMA: Bis-fenol etoxilado de dimetacrilato

Bis-GMA: Bis-fenol-a-glicidil dimetacrilato

b*: Croma no eixo amarelo/azul

°C: Grau Celsius

C*: Croma

CAD/CAM: computer-aided design/ computer-aided manufacturing

CaO: óxido de cálcio

CEREC: Ceramic Reconstruction

CiELab: Espaço de cor definido pela Commission Internationale de l'Eclairage

h*: tonalidade

L*: Coordenada no eixo representativo da luminosidade

mm: milímetros

nm: Nanómetros

Na₂O: Óxido de Sódio

Rc: Resina composta

rpm: Rotações por minuto

s: Segundos

SiO₂: Dióxido de silício

SPSS: Statistics Package for the Social Sciences

TEGDMA: Trietileno glicol dimetacrilato

TiO₂: Dióxido de titânio

UDMA: Dimetacrilato de uretano

UV: Ultravioleta

µm: Micrómetros

DE: Variação de cor

‰: Percentagem

7 Introdução

7.1 História da Cerâmica em Medicina Dentária

A palavra “cerâmica” provém da palavra grega “keramos”, ou seja, “material queimado”. As cerâmicas são objetos sólidos que, por norma, se definem como não-metálicas e inorgânicas que resultam de um “cozimento” a altas temperaturas de matérias-primas. Ou seja, a cerâmica é feita a partir de argilas impuras, areia e minerais de feldspato, e depois cozida em fornos. (Rosenblum & Schulman, 1997) Segundo Anusavice, Shen e Rawls, 2013, desde a metade da idade da pedra que as cerâmicas são um material importante.

O primeiro material dentário de porcelana apenas foi patenteado em 1789 por um dentista e um farmacêutico francês, de Chemant e Duchateau, respectivamente. Já em 1808, um dentista italiano, Fonzi, construiu um dente em porcelana “terrometálica”, que seria mantido em posição através de um pino ou de uma moldura de platina. Em 1837, Ash desenvolveu uma versão melhorada do dente de porcelana, em Inglaterra, e foi em 1903 que Charles Land introduziu uma das primeiras coroas de cerâmica. Desde 1960 que as porcelanas feldspáticas com adesão química confiável são usadas como próteses metalocerâmicas, porém estas têm vindo a ser consideradas frágeis para serem usadas na construção de coroas totalmente cerâmicas sem uma infraestrutura feita com cerâmica de maior tenacidade ou núcleo metálico fundido (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

A primeira porcelana comercial foi desenvolvida pela VITA Zahnfabrik, em 1963, e estas eram conhecidas pelas suas propriedades estéticas. Já em 1965, houve um avanço significativo na resistência à fratura de coroas totalmente em cerâmica, ao introduzirem um núcleo de cerâmica aluminizada, que iria consistir numa matriz vítrea com cerca de 40-50% de óxido de alumínio. No entanto, era necessária uma porcelana de recobrimento feldspática para que a estética ficasse assegurada. Porém, devido à taxa elevada de fratura em dentes posteriores, a indicação principal era para a restauração com coroas de dentes anteriores. Ocorreram, entretanto, desenvolvimentos significativos nas propriedades, no desenho, e desempenho das metalocerâmicas, como por exemplo, na opalescência, porcelanas mais resistentes a alterações de cor, técnicas de pigmentação interna, margens em ombro, e porcelanas em ombro (que vieram a melhorar a aparência geral e a duração das coroas e pontes em metalocerâmica). Em 1984, Adair e Grossman, desenvolveram uma cristalização controlada de um vidro (Dicor®), e foi demonstrado uma melhoria nos

sistemas totalmente cerâmicos. No ano de 1990 foi introduzida uma cerâmica prensável (IPS Empress®), que continha aproximadamente 34% de leucita em volume. Este apresentava adaptação marginal e resistência semelhantes à cerâmica vítrea Dicor®, sem necessitar de tratamento de cristalização especializado (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

Já no final de 1990 foi introduzida uma cerâmica vítrea prensável mais resistente à fratura, a IPS Empress2®, que continha aproximadamente 70% de cristais de dissilicato de lítio em volume. A tenacidade a fratura da IPS Empress 2® é mais que o dobro da do IPS Empress®. Estes avanços na composição das cerâmicas e nos métodos de fabricação dos núcleos para coroas e pontes totalmente cerâmicas aumentaram a capacidade de produzir coroas totalmente em cerâmica, adaptadas e resistentes à fratura. (Anusavice, Shen & Rawls, 2013)

7.2 Cerâmica

De acordo com Anusavice, Shen e Rawls, 2013, o processo de formação da cerâmica consiste em pulverizar as matérias primas em partículas finas ou pós, e de seguida, adicionar água para obter uma consistência adequada para moldar. De seguida são secas e colocadas num forno aquecido a temperaturas altas para que as partículas adiram numa massa sólida. A fusão destas partículas é muitas vezes referida como "sinterização" e o processo geralmente resulta numa retração líquida e consolidação da massa sólida.

As matérias-primas mais frequentes na elaboração das cerâmicas são os feldspatos sódicos, feldspatos potássicos, feldspatos sódico-potássicos, argila, quartzo nefelina, alumina, carbonato de cálcio, Óxido de Zinco, Caulim, entre outros (Sánchez, 1997)

Existem dois tipos de queima das cerâmicas, rápido ou lento, e as temperaturas podem variar de 1080 a 1160 °C (Schuller, Bianchi & Aguiar, 2008).

As cerâmicas não reagem imediatamente com a maioria dos líquidos, gases, alcalinos e ácidos fracos, permanecem estáveis a longo prazo, e demonstram boa a excelente resistência e tenacidade à fratura. No entanto, podem quebrar sem aviso quando flexionadas em excesso ou quando aquecidas e arrefecidas rapidamente. Estas podem ser constituídas por vidros de silicato, porcelanas, vitrocerâmicas ou sólidos altamente cristalinos. As cerâmicas exibem propriedades químicas, mecânicas, físicas e térmicas que as distinguem de metais, resinas acrílicas e compósitos à base de resinas. Para que as suas propriedades sejam personalizadas para aplicações na área da Medicina Dentária,

deve-se controlar com precisão os tipos e quantidades dos componentes usados na sua produção (Miyashita & Fonseca, 2004).

A cerâmica pode ser considerada, atualmente, uma ótima alternativa para a reprodução de dentes naturais. O uso frequente de restaurações em cerâmica é recente, apesar da sua longa história. A utilização clínica da cerâmica consagrou-se por apresentar várias propriedades desejáveis como substituta de dentes naturais, das quais se destacam: translucidez, fluorescência, coeficiente de expansão térmica próxima ao da estrutura dentária e maior resistência à compressão e à abrasão (Miyashita & Fonseca, 2004).

A reprodução da cor de um dente natural através de uma restauração ainda é um desafio na dentisteria moderna (Azer, Rosenstiel, Seghi & Johnston, 2011). Para fazer corresponder a cor dos materiais restaurativos à cor dos dentes naturais, o uso da cerâmica é geralmente necessário, particularmente na região anterior (Turgut & Bagis, 2013; Dede et al., 2013).

O sucesso estético de uma restauração cerâmica depende não só do tamanho, forma e forma superficial de dentes naturais, mas também de propriedades óticas como opalescência, translucidez e cor (Kürklü, Azer, Yilmaz & Johnston, 2013).

Para além disto, as cerâmicas dentárias são vantajosas devido à sua biocompatibilidade, estabilidade a longo prazo da cor, durabilidade química e a capacidade de poderem ser moldadas em formas precisas, porém, nalguns casos, requerem equipamento e técnicos especializados, o que torna o processo muito dispendioso (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

Uma das razões pela qual as coroas em cerâmica são mais estéticas, é pelo facto de terem capacidade de transmissão de luz. Os materiais mais usados, nomeadamente óxido de alumínio, óxido de zircónio, leucita e dissilicato de lítio, oferecem bons resultados estéticos e funcionais, tais como biocompatibilidade e adaptação (Guzman, Moore & Andres, 1997).

7.2.1 Cerâmica Dissilicato de Lítio

Nos últimos anos, o uso de restaurações indiretas em cerâmica livre de metal cresceu consideravelmente devido ao aumento da procura de procedimentos restauradores estéticos em dentisteria (de Mello Fabião et al, 2015). Nesse sentido, o dissilicato de lítio é uma cerâmica dentária que imita a estética e a resistência da estrutura natural do dente (Kalavacharla, Lawson, Ramp & Burgess, 2015).

Foi na década de 90, que um sistema de cerâmica vítrea Norte-Americano, incorporou cristais de leucita (35-55%) assim como, numa segunda versão, cristais de dissilicato de lítio medindo entre 0,5 e 5mm (60-65%) (Romão & Rosa de Oliveira, 2007).

Esta cerâmica é composta essencialmente por quartzo, dióxido de lítio, óxidos de fósforo, de potássio e óxido de alumina. É uma cerâmica com matriz vítrea e componentes cristalinos, o que confere melhor estética que as cerâmicas altamente cristalinas e maior resistência mecânica que as cerâmicas feldspáticas. Podem ser encontradas na forma de blocos usináveis ou pastilhas injetáveis (Ritter, 2010).

A cerâmica vítrea é um sólido multifásico onde vai ocorrer posteriormente uma cristalização controlada do vidro que irá resultar na formação de pequenos cristais que são distribuídos de forma homogênea (Noort, 2010). As cerâmicas à base de dissilicato de lítio apresentam duas fases cristalinas e uma fase vítrea na sua composição, sendo que a fase cristalina principal é formada por cristais alongados de dissilicato de lítio e a segunda fase é composta por ortofosfato de lítio (Soares et al., 2009).

A fase cristalina de 70% deste material vitrocerâmico refrata a luz naturalmente e fornece reforço estrutural superior, conferindo uma maior resistência à flexão do que a associada à porcelana feldspática tradicional ou à cerâmica de vidro reforçada com leucita (Kalavacharla, Lawson, Ramp & Burgess, 2015; Belli, Geinzer, Muschweck, Petschelt & Lohbauer, 2014).

O número e o tamanho dos cristais são regulados pelo tempo e temperatura do tratamento térmico de ceramização (Noort, 2010). A cerâmica vítrea constitui um sistema de cerâmicas prensadas a quente, e é composta aproximadamente por 70% de cristais de dissilicato de lítio e 30% de vidro, apresentando assim uma estrutura muito translúcida, que reflete bem a luz, devido ao baixo índice de refração dos cristais de dissilicato de lítio (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

As cerâmicas de dissilicato de lítio são frequentemente usadas para fabricar coroas e próteses dentárias fixas e estão disponíveis em 4 níveis de translucidez (alta e baixa translucidez, média e alta opacidade), dependendo da cor do substrato. A vitrocerâmica de dissilicato de lítio é preferencialmente adequada para a fabricação de restaurações monolíticas ou restaurações estratificadas na região anterior e posterior. Este material consegue produzir bons resultados, devido à sua coloração natural e excelentes propriedades ótico-luminosas (Ivoclar Vivadent, 2009).

7.2.2 Sistemas de cerâmica - Cerec

Existem vários métodos para a confecção de facetas, no entanto, é da opinião de muitos autores, que as técnicas de estratificação são as que apresentam melhor potencial a nível estético. Porém, estes resultados estão relacionados com a habilidade do ceramista (Magne & Belser, 2002; Vieira, Baratieri & Lopes, 2005; Gürel, 2003).

Atualmente, observa-se uma tendência na simplificação do processo de produção de restaurações, associado a melhorias nas propriedades mecânicas dos materiais, como no caso das cerâmicas injetadas e usinadas (Christensen, 2008).

Os métodos de confecção de restaurações através da tecnologia CAD/CAM, têm atraído muito interesse e já são utilizados em muitas das restaurações cerâmicas produzidas em países desenvolvidos. A utilização de sistemas CAD/CAM para a produção de restaurações cerâmicas não tem envolvimento manual na execução dos principais passos de confecção das restaurações, promovendo assim uma padronização das peças protéticas. De todos os sistemas CAD/CAM o mais conhecido e utilizado é o CEREC. O sistema CEREC foi lançado comercialmente em 1986 (Christensen, 2008).

7.3 Cimentos em Medicina Dentária

Os cimentos são formados pela mistura de partículas vítreas com solução aquosa de ácidos poliméricos orgânicos (geralmente ácido poliacrílico) (Hurrell-Gillingham et al, 2003; Culbertson, 2001). Ou seja, a formação dos cimentos é feita, na sua maioria, a partir da interação entre um pó (base) e um líquido (ácido), através de uma reação ácido-base: óxido de zinco eugenol, óxido de zinco sem eugenol, fosfato de zinco, policarboxilato de zinco, ionómero de vidro, ionómero de vidro modificado com resina. (Anusavice, 2003; Hill, 2007; Milutinovic-Nikolic et al., 2007)

Quando as partículas de vidro do tipo cálcio aluminosilicato são misturadas com solução aquosa de ácido poliacrílico forma-se uma pasta, que pode ser manipulada pelo

dentista e usada em várias aplicações, como cimentação de dispositivos protéticos, forração de cavidades e nas restaurações (Griffin & Hill, 1999)

Os cimentos, podem ser divididos em tradicionais ou convencionais, segundo o seu elemento predominante, ou seja: convencionais: óxido de zinco, fosfato de zinco, ionómero de vidro e policarboxilato de zinco; e cimentos contemporâneos ionómero de vidro modificado com resina e resina (Koch et al., 2013).

Estes também se podem classificar de acordo com a sua longevidade sendo provisórios ou definitivos. Existem dois tipos de cimento provisório: à base de hidróxido de cálcio ou de óxido de zinco com ou sem eugenol. Estes têm poucas propriedades mecânicas, e menor adesão que os cimentos definitivos. Em relação aos cimentos definitivos, estes podem ser qualificados consoante o seu potencial adesivo: baixo (fosfato de zinco), médio (policarboxilato de zinco) e elevado (ionómero de vidro, ionómero de vidro modificado com resina e resina) (Rosenstiel, Land & Crispin, 1998; Fleming & Addison, 2009; Öztürk, Bolay, Hickel & Ilie, 2013).

7.3.1 Características dos Cimentos

Em medicina dentária, os cimentos atuam como base, forro, material de preenchimento restaurador ou adesivo para unir dispositivos e próteses à estrutura dentária ou entre si (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

Um desempenho clínico aceitável dos cimentos dentários requer que eles tenham uma adequada resistência à dissolução no ambiente oral, forte ligação mecânica, adesão, alta resistência sob tensão, boas propriedades de manipulação, tempos de trabalho aceitáveis, e aceitabilidade biológica com o substrato (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

7.3.2 Cimentos de Resina e Cimentos de Resina Auto-Adesivos

A base dos cimentos de resina é o sistema monomérico Bis-GMA (Bisfenol A-Glicidil Metacrilato) em combinação com monómeros de baixa viscosidade, além de cargas inorgânicas (vidros com carga metálica, SiO₂) tratadas com silano (Anusavice, Shen & Rawls, 2013).

A maioria dos cimentos de resina apresenta propriedades mecânicas superiores e maior resistência de união dos materiais restauradores à sua estrutura do que os cimentos convencionais. Para cimentar restaurações cerâmicas, o cimento de resina é o material de escolha. Dependendo do processo de polimerização, os cimentos resinosos podem ser

quimicamente polimerizados, fotopolimerizados ou com dupla polimerização (Guarda et al., 2010; Pavan, Dos Santos, Berger & Bedran-Russo, 2010).

A cimentação dos cimentos de resina convencionais exige que se faça previamente um condicionamento ácido da estrutura dentária e aplicação de sistema adesivo convencional ou auto-condicionante. Ou seja, é sensível às falhas relacionadas ao operador, à qualidade do substrato e do material, o que faz com que por vezes ocorram falhas de união (Guarda et al., 2010; Pavan, Dos Santos, Berger & Bedran-Russo, 2010).

Por outro lado, os cimentos de resina auto-adesivos aderem à estrutura dentária através de um protocolo simples, que dispensa estas etapas prévias, constituindo por isso uma alternativa interessante aos sistemas atualmente utilizados para cimentação (Piwowarczyk, Lauer & Sorensen, 2005), porém este tipo de cimento apesar de oferecer adesão à dentina, a união diretamente ao esmalte ainda representa um desafio (Ferracane, Stansbury & Burke, 2011)

Os cimentos autoadesivos, introduzidos em 2002 como um novo subgrupo de cimentos resinosos (ex.: RelyX Unicem, 3M, St Paul, MN, USA), ganharam notoriedade com mais de uma dezena de marcas disponíveis no mercado. A sua utilização tinha como indicação a união com vários substratos como o esmalte, dentina, amálgama, metal e porcelana. Porém, adicionalmente, têm sido indicados para cimentação de restaurações à base de zircónia. Estes materiais foram idealizados para reunir num único produto características favoráveis de diferentes cimentos assim como para superar algumas limitações dos cimentos convencionais como por exemplo os cimentos de fosfato de zinco, policaboxilato e ionómero de vidro, assim como dos cimentos resinosos. (Radovic, Monticelli, Goracci, Vulicevic & Ferrari, 2008).

7.3.3 Cimentos de Resina Fotopolimerizáveis

A Fotopolimerização é uma reação química ativada pela luz onde as moléculas dos monómeros reagem para formar cadeias poliméricas tridimensionais (Fouassier & Lalevée, 2012). Vai ocorrer a transformação dos monómeros líquidos em polímeros sólidos após a exposição à luz. Na prática clínica, a fotopolimerização é um procedimento realizado para ativar a reação de polimerização de materiais à base de resina, tais como cimentos de resina e adesivos dentários. A exposição à luz vai excitar o sistema foto iniciador presente no material resinoso para gerar radicais livres e, assim, iniciar a polimerização do material. (Sinhoreti, Oliveira, Rocha & Roulet, 2018)

A fotoativação de compósitos resinosos em medicina dentária começou nos anos 70, com o uso de luz ultravioleta (UV) (Nuva Light, Dentsply/ Caulk), no entanto havia riscos para a saúde causados pela luz UV, pelo que não permaneceu no mercado. Nos anos 80, os avanços na área da fotopolimerização através de luz visível permitiram o desenvolvimento de materiais resinosos sensíveis à luz azul, e começou-se a usar aparelhos fotoativadores com lâmpadas halógenas para fotoativar os materiais resinosos (Rueggeberg, 2011)

Estas resinas fotopolimerizáveis foram desenhadas com a finalidade de eliminar a principal desvantagem dos sistemas de polimerização quimicamente induzidos: a falta de controlo sobre o tempo de reação. As resinas ativadas por luz visível começam o processo de polimerização através da absorção de luz de um iniciador (geralmente uma α -dicetona) que quando ativado reage com um agente redutor (amina alifática) para produzir radicais livres. A partir daí ocorre a polimerização dos monómeros metacrílicos que formam uma matriz polimérica com ligações cruzadas. (Baratieri et al., 1995; Dietliker & Oldring, 1991)

Para a cimentação das facetas em cerâmica o mais adequado é escolher um cimento de resina fotopolimerizável, pois tem como grande vantagem proporcionar maior estabilidade de cor e permitir um tempo de trabalho mais duradouro, comparativamente aos de dupla polimerização (“dual” – sistemas de iniciação químicos e fotopolimerizáveis) ou aos autopolimerizáveis (Peumans et al., 2000; Galip Gurel, 2003; D’arcangelo et al., 2012 e Ozturk et al., 2013).

Para além disso, a estabilidade da cor dos compósitos fotopolimerizáveis é superior, relativamente aos sistemas “dual” ou autopolimerizáveis. Porém, é importante

que haja suficiente transmissão de luz ao longo das facetas de cerâmica para que seja possível polimerizar o cimento, sendo que a espessura é o principal fator que determina a luz disponível para a polimerização (Peumans et al., 2000 e Galip Gurel, 2003).

7.3.4 Resinas Fluidas - Flow

Em 1996, surgiram as resinas flow e, de acordo com os fabricantes, estas resinas compostas apresentam menor concentração de carga, bom escoamento na cavidade a ser restaurada e baixo módulo de elasticidade (Tyas, 1998).

As resinas flow são resinas com grande fluidez, indicadas para cavidades muito conservadoras e como forro de restaurações em dentes posteriores com o objetivo de funcionar como um amortecedor de choques, uma vez que estas possuem baixo módulo de elasticidade (da Silva, da Rocha, Kimpara & Uemura, 2008).

Neste sentido, uma nova categoria de resinas, designadas flowable, surgiu das alterações na quantidade de partículas de carga inorgânica das resinas compostas convencionais. Estas foram originadas devido à procura de uma consistência mais fluida. Para diluir a matriz é utilizado um monômero de baixo peso molecular, como o TEGMA (Imai et al., 2018; Soares et al., 2017).

A carga inorgânica representa 35 a 65% do peso neste material, correspondendo a menos 20 a 25% dos compósitos de viscosidade regular. O aumento da quantidade de matriz orgânica compensa a redução no conteúdo de partículas de carga inorgânica, o que vai ter influência nas propriedades do material, diminuindo a viscosidade e aumentando a fluidez. No entanto, com a diminuição do conteúdo inorgânico vai existir uma redução das propriedades físicas e mecânicas, que irá refletir um aumento na contração de polimerização e uma diminuição no módulo de elasticidade (Yuan et al., 2015; Baroudi & Rodrigues, 2015; Soares et al., 2017).

7.3.5 Adesão à Superfície Cerâmica

Tem se vindo a descrever várias técnicas de modo a facilitar a retenção mecânica dos cimentos à base de resina, e, conseqüentemente aumentar a força de adesão entre o cimento e a faceta em cerâmica. Vários estudos demonstraram que o método mais eficaz para o tratamento de superfícies cerâmicas, desde que contenham uma fase vítrea na sua estrutura, e que proporciona maior durabilidade e valores superiores na força adesiva é o condicionamento com ácido hidrofluorídrico (Ozcan e Vallitu, 2003 e Blatz et al., 2003).

Através do condicionamento da face interna das facetas de cerâmica com ácido fluorídrico, seguido da aplicação de um silano é possível obter uma força de adesão muito mais elevada à alcançada quando a adesão é feita só com recurso ao ataque ácido do esmalte (Peumans et al., 2000).

A limpeza da cerâmica condicionada é a última etapa do condicionamento das facetas de cerâmica. Compreende a remoção todo o ácido residual e detritos da superfície dissolvidos e inclui a emersão da cerâmica em álcool a 95%, acetona ou água destilada e seguidamente a limpeza num banho de ultrassons. A emersão numa solução de álcool contribui substancialmente para a descontaminação da cerâmica, e a evaporação do solvente é mais fácil comparativamente com água destilada. Uma limpeza inadequada após o condicionamento da superfície da porcelana pode deixar sais remineralizados, designados por resíduo ou depósito branco, que vão condicionar a força de adesão à cerâmica (Peumans et al., 2000; Gary Alex, 2008).

A silanização é o processo que procede o condicionamento ácido da cerâmica. Esta vai estabelecer uma dupla ligação química entre o cimento de resina e a cerâmica. A união do grupo silano ao dióxido de silício hidrolisado, na superfície da cerâmica é o que vai criar a forte ligação química estabelecida entre o silano e a cerâmica. Enquanto isto, um grupo de metacrilato do agente de silanização vai se unir ao cimento de resina, o que faz com que se forme uma ligação dupla com a cerâmica (Peumans et al., 2000).

Deve se aplicar o silano directamente sobre a superfície interna da faceta, e deixar estar em contacto com esta durante 1 minuto. No final desse tempo, deve-se secar com um jato de ar paralelo e ligeiramente acima da faceta, o que irá permitir que o solvente evapore completamente (Galip Gurel, 2003).

Após a limpeza do dente, este deve ser condicionado através de um ataque ácido com ácido fosfórico de 30 a 40%. O ataque ácido do esmalte vai provocar uma desmineralização entre os prismas de esmalte, o que irá promover uma superfície com maior capacidade retentiva, para o sistema adesivo. A formação de microporosidades no esmalte através deste processo é uma condição para que a adesão seja bem efectuada entre a resina composta e o esmalte. O ácido ortofosfórico a 37% é considerado o padrão, podendo ser aplicado durante um período de 15 a 60 segundos. Após esta etapa, deverá ser aplicado o adesivo, o “primer” + “bonding” ou um só frasco com a sua mistura, e só

fotopolimerizar quando as facetas de cerâmica estiverem bem posicionadas (Galip Gurel, 2003).

Em relação à cimentação definitiva da cerâmica ao dente, é a melhor opção ser realizada com recurso a cimentos à base de resina de baixa viscosidade, uma vez que esta proporciona resultados excelentes do ponto de visto biomecânico (Prata et al., 2011).

Após a aplicação do adesivo na face interna das facetas e dos dentes, é inserido uniformemente no interior da faceta o cimento à base de resina (Galip Gurel, 2003).

Nos casos em que as facetas de cerâmica tenham uma espessura maior que 0,7mm, os compósitos fotopolimerizáveis não vão atingir a máxima rigidez, devido a polimerização inadequada. Nestes casos, um cimento de polimerização “dual” seria o mais indicado, tornando possível obter uma cimentação com uma ligação mais forte à cerâmica (Peumans et al., 2000 e Galip Gurel, 2003).

Cada faceta cerâmica deve ser polimerizada por um período compreendido entre 60 a 90 segundos, em todas as superfícies (Magne & Belser, 2002; Galip Gurel, 2003).

7.4 Propriedades Óticas

As propriedades óticas são de grande importância especialmente nos dentes anteriores, na obtenção de bons resultados estéticos. Posto isto, torna-se claro que o conhecimento das propriedades óticas dos dentes naturais é fundamental para uma correta seleção e reprodução do policromatismo do dente. Existem propriedades óticas das resinas compostas que são importantes nomeadamente quando se fala em estética dentária, nomeadamente a fluorescência e opalescência. (Agarwal, 2005).

A perceção humana da luz visível situa-se entre os comprimentos de onda de 400nm a 700nm (Dietschi, Ardu & Krejci, 2006). Os componentes principais da energia luminosa, são os fotões, e são representados pela diferença no comprimento de ondas eletromagnéticas (Villaruel et al., 2011; Dietschi, Ardu & Krejci, 2006). Quando esta energia luminosa incide num objeto, por exemplo, esmalte, dentina e restauração, criam-se três fenómenos principais: reflexão, transmissão e absorção. A forma destes fenómenos ocorrerem pode ser modulada por tipo, ângulo e morfologia da superfície com a qual as partículas estão incidindo e pela composição da estrutura. No fundo, esta soma de eventos óticos, vai ser responsável pela caracterização da cor, textura de superfície, opalescência, translucidez e opacidade. Estes últimos são considerados os que promovem uma maior

difficuldade na sua mimetização na confecção de restaurações estéticas extensas, nomeadamente as anteriores (Terry, Geller & Tric, 2002).

Em superfícies lisas a luz atinge o objeto com um ângulo de incidência o que gera o fenómeno de reflexão, e promove um ângulo de reflexão de mesma magnitude em raios paralelos. No entanto, em superfícies rugosas, a reflexão acontece de forma difusa, irregular e os raios são emitidos em diversas direções. A transmissão, outra propriedade da luz, pode ser considerada também por dupla refração. Esta ocorre pela alteração da direção, intensidade e velocidade da luz quando esta mesma luz atravessa um objeto. Estruturas translúcidas permitem que parte da luz seja refletida e parte, refratada. O índice de refração é uma importante propriedade ótica que permite identificar o tipo de material, caracterizando-o como vários tipos de materiais, desde um material altamente translúcido até um totalmente opaco. Parte da luz também pode ser absorvida pelo objeto (Terry, Geller & Tric, 2002).

7.4.1 Propriedades Óticas Primárias

Para que o processo de comunicação das cores relacionadas com os dentes possa ser feito de uma maneira mais clara surgiram várias escalas. Uma das formas mais adotadas em dentisteria para a comunicação da escolha de cor está relacionada com o espaço de cores preconizado por Munsell, ou seja, matiz, croma e valor do dente (Joiner, 2004)

A matiz é a propriedade da cor que possibilita a diferenciar diferentes famílias de cores, por exemplo: vermelhas, verdes ou azuis (Joiner, 2004). Reuniram-se os principais matizes de dentes na escala de cores Vita Classic, e classificaram-se então 4 grupos: (A) vermelho/amarelo ou laranja, (B) amarelo, (C) cinza e (D) vermelho/amarelo/cinza ou castanho (Sikri, 2010).

Em relação ao croma, este está relacionado com a saturação de um determinado matiz. No fundo, o croma corresponde a quanto pigmento foi incorporado numa matiz. Nas resinas compostas corresponde a uma numeração gradual, seguindo a escala VITA (Vident), de 1 a 4, com variações que podem incluir faixas até 6, 5 e 7. (Hirata, Ampessan & Liu, 2001)

O valor indica a quantidade de luz que regressa de um determinado objeto. Munsell referiu o valor como sendo uma escala em que existe variações do totalmente preto para o completamente branco. Um alto valor, significa que existe pequenas

quantidades de cinza, no entanto um objeto que tenha baixo valor possui grandes quantidades de cinza, logo será mais escuro. (Sikri, 2010).

7.4.2 . Propriedades Óticas Secundárias

Para além das propriedades óticas primárias, existem as secundárias que são a fluorescência, opalescência e translucidez (Joiner, 2004).

A fluorescência natural do dente é uma componente importante que deve estar reproduzida nas restaurações e que lhe confere vitalidade e luminosidade. Esta em termos físicos é uma forma de fotoluminescência, na qual a energia radiante ultravioleta (UV) é absorvida por um objeto que, posteriormente, emite energia luminosa dentro do espectro visível. Quando exposto a uma radiação UV, a estrutura dentária apresenta uma fluorescência predominantemente branca com um ligeiro tom azul, sendo a dentina muito mais fluorescente do que o esmalte. Quando a luminosidade é média a importância da fluorescência é pouca, no entanto, verifica-se o contrário quando há luminosidade solar intensa ou em ambientes noturnos, sob as luzes ultravioletas que revelam as restaurações que não são fluorescentes (Dietschi, Ardu, & Krejci, 2000; Dietschi, 2001).

A opalescência é uma propriedade que permite transmitir o tom alaranjado da dentina e ao esmalte refletir a luz azul. É o efeito que se produz quando a luz é dispersa e refrata nos microcristais e substâncias coloidais do dente. Geralmente, a opalescência do esmalte natural é superior à maioria das resinas compostas. (Dietschi, Ardu, & Krejci, 2000; Dietschi, 2001)

A translucidez é a propriedade que permite a transmissão e difusão de luz através de um objecto, sendo que fica algures entre a transparência (como a de um vidro, que se deixa atravessar pela luz de forma linear) e a opacidade (onde não há penetração da luz, de uma superfície como a madeira). Na translucidez há um trespasse disperso da luz, porém também há reflexão dispersa. O vidro fosco, ou semi-transparente é um exemplo de um material translucido (Correia, Oliveira & Silva, 2005).

7.5 Cor

A cor é o fenómeno físico que diz respeito ao comportamento de um corpo quando este recebe incidência de luz, logo, sem luz não existem cores. (Hegenbarth, 1992).

A luz não é apenas as dimensões das cores, ou seja, matiz, croma, valor, e seus diferentes comprimentos de onda. A sua percepção também está associada a propriedades físicas e óticas pertencentes às ondas eletromagnéticas. Propriedades essas que estão diretamente ligadas ao meio em que a luz incide no objeto. Assumindo-se que toda substância capaz de transmitir luz é um meio, os tecidos que compõem a estrutura dentária enquadram-se nessa definição. Desse modo, a luz quando é emitida sobre o dente, pode ser refletida, absorvida, refratada ou difundida (Yamamoto, 1985).

A cor é uma percepção humana e por isso não pode ser considerada uma característica absoluta de um objeto, uma vez que esta depende de aspetos fisiológicos e psicológicos. Posto isto conclui-se que a cor de um objeto é uma sensação que só é concretizada depois de detetada pela retina e após uma operação complexa processada pelo cérebro (Melchiades & Boschi, 1999).

7.5.1 Medição da Cor

A comunicação da cor é uma preocupação que não é recente, e inúmeros sistemas de cor foram criadas para facilitar a comunicação e comparação entre cores. Estes sistemas são necessários para obtermos um método objetivo de avaliação das diferenças de cores, e por sua vez, para o tratamento quantitativo das mesmas. (Esquivel, Chia & Wozniak, 1995).

No entanto, primeiramente, seria necessário identificar as características mínimas para se exprimir uma cor. Sendo estas a tonalidade, a luminosidade e o grau de saturação. (Melchiades & Boschi, 1999).

Após esta identificação, já é possível uma representação gráfica dessas variáveis em diagramas cromáticos de modo a que a identificação das cores seja feita pelas coordenadas de um ponto, e cada ponto corresponda a uma determinada cor (Melchiades & Boschi, 1999).

Os espectrofotómetros estão entre os instrumentos mais precisos, úteis e flexíveis para correspondência de cores em dentisteria. A sua utilização aumenta a exatidão da medição da cor em 33%, comparativamente com a observação visual, produzindo assim

um sucesso de 93.3% na determinação da cor. Estes medem a quantidade de energia luminosa refletida de um objeto em intervalos de 1 a 25 nm ao longo do espectro visível. (Khurana, Tredwin, Weisbloom & Moles, 2007; Kielbassa, Beheim-Schwarzbach, Neumann, 2009; Chu, Trushkowsky, Paravina, 2010; Lehmann, et al, 2011; Khashayar, Dozic, Kleverlaan, Feilzer, 2012)

Os dados apurados através deste instrumento vão corresponder à medida espectral de reflectância e podem ser expressos nas 3 coordenadas (L^* , a^* e b^*) estabelecidos pela Comissão InterNationale de l'Eclairage (CIE) para indicar a diferença de cor entre objetos. (Stevenson & Ibbetson, 2010)

O CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) elaborou o espaço colorimétrico $L^*a^*b^*$ no ano de 1976 (Melchiades & Boschi, 1999).

De um modo geral, o sistema faz uso de três dados poder identificar uma cor. Sendo estes, o “L”, que vai demonstrar o nível de luminosidade. Varia entre 0 (preto) e 100 (branco). O “a”, que caso for menor que zero ($a < 0$) indica maior presença de cor verde, no entanto se for maior que zero ($a > 0$), já é indicativo de maior presença da cor vermelha. Em relação aos valores de “b”, caso este seja inferior a zero, indica maior presença de cor azul, por sua vez, se for superior a zero, vai indicar maior presença de cor amarela (Melchiades & Boschi, 1999).

7.5.2 Propriedades Óticas dos Cimentos

A quantidade de carga, o formato, a composição e distribuição das resinas mais atuais têm vindo a ser alvo de estudos para incrementar as suas propriedades físicas e óticas (da Silva, da Rocha, Kimpara & Uemura, 2008).

A resina composta é um material com propriedades físicas e mecânicas semelhantes à estrutura dentária. Os compósitos nanoparticulados possuem grande resistência mecânica ao desgaste e à fratura, menor contração de polimerização, excelente polimento superficial, boa estabilidade de cor e propriedades óticas como fluorescência e translucidez, sendo indicados para restaurações anteriores e posteriores (Gouveia et al, 2017)

A fluorescência e opalescência são duas das propriedades óticas das resinas compostas que se destacam. A fluorescência corresponde à emissão de luminosidade ao ser exposta a radiações do tipo ultravioleta (UV) ou raios X. No fundo, a intensidade de fluorescência do dente vai corresponder à quantidade de material que é fotossensível ao

espectro UV. A dentina é mais fluorescente em relação ao esmalte por ser constituída por uma maior porção orgânica relativamente ao esmalte. E é esse aumento de fluorescência da dentina que confere o efeito de “luminosidade interna”, contribuindo para o aspeto vital dos dentes. Posto isto, torna-se importante perceber o fundamento físico das aplicações do fenómeno de fluorescência no campo dos componentes: a adição de pigmentos fluorescentes oportunos em quantidades adequadas alcançam valores ótimos de emissões luminosas provenientes do material que constitui o material restaurador, cedendo assim propriedades semelhantes a dos dentes naturais (Vanini, 1996; Sensi, Junior & Baratieri, 2006)

A falta de fluorescência pode causar problemas estéticos em pacientes uma vez que sob uma luz ultravioleta, as restaurações apresentam uma cor relativamente mais escura à dos dentes naturais (Santos & Leinfelder, 1982).

Outra propriedade ótica do esmalte é a opalescência, e é a capacidade que este tem em transmitir ondas longas de luz natural e refletir ondas curtas. A opalescência é muito visível no bordo incisal. Quando o esmalte recebe uma luz forte, este vai apresentar uma coloração azulada, no entanto, quando iluminado por luz transmitida adquire coloração laranja-avermelhada. Quando as resinas compostas não possuem estas duas propriedades óticas semelhantes ao dente natural, as restaurações ficam com um aspeto mais escurecido, e conseqüentemente com um resultado estético indesejável (Park, Lee & Lim, 2007; Takahashi, et al, 2008).

8 Objetivos

O objetivo deste trabalho é a avaliação *in vitro* das alterações de cor da cerâmica dissilicato de lítio após a cimentação, fazendo variar a espessura da cerâmica.

9 Hipóteses

As hipóteses de Estudo são:

Hipótese Nula:

A cor da cerâmica dissilicato de lítio não é influenciada pela cor do material de cimentação nem pela espessura de cerâmica.

Hipótese Alternativa:

A cor da cerâmica dissilicato de lítio é influenciada pela cor do material de cimentação e pela espessura da cerâmica.

10 Materiais e Métodos

Para a realização deste estudo foram utilizados blocos de cerâmica dissilicato de lítio Cerec® Blocs C/PC cor A2 (VITA Zahnfabrik Spitalgasse, Germany) (figura 1) e resina composta Filtek™ Supreme XTE A3 Body Shade (3M ESPE, Minnesota, USA) (figura 2) (Tabela 1).



Figura 1- Blocos de cerâmica dissilicato de lítio Cerec® Blocs C/PC cor A2



Figura 2- Resina Composta Filtek™ Supreme XTE A3 Body Shade

Foi também utilizado o cimento de resina fotopolimerizável: RelyX™ Veneer Cement System (3M ESPE, Minnesota, USA) nas cores B0,5 (Figura 3) e Translucent (Figura 4) (Tabela 1).



Figura 3- Resina Fotopolimerizável RelyX™ Veneer Cement System B0,5



Figura 4- Resina Fotopolimerizável RelyXTM Veneer Cement System Translucent

Tabela 1 – Composição e indicações clínicas dos materiais utilizados, cimentos de resina e cerâmica

Material	Lote	Composição	Indicações clínicas
Cerec® Blocs C/PC Cor A2	V21586	SiO ₂ (56-64%), Al ₂ O ₃ (20-23%), Na ₂ O (6-9%), K ₂ (6-8%), CaO (0,3-0,8%), TiO ₂ (0.0-0.1%) e pigmentos <0,1%.	Onlays, facetas, coroas parciais, coroas de dentes anteriores e posteriores
Resina Composta Filtek TM Supreme XTE A3 Body Shade (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA)	N927242	UDMA, Bis-GMA, Bis-EMA, sílica (20nm), Zircônia (4-10nm). Tamanho médio de partículas em conjunto 0.6 a 10 µm. Partículas inorgânicas representam 72,5% da carga total.	Restaurações diretas anteriores e posteriores, incluindo faces oclusais, build-up, ferulização e restaurações indiretas (inlays, onlays, facetas).
RelyX™ Veneer, 3M ESPE, Seefeld, Germany	N862421 N843828	Cimento de resina fotopolimerizável, contendo resinas de Bis-GMA e TEGDMA com espessura de 15–25 µm com granulometria de 0,6 mm	Cimentação de Facetas e restaurações cerâmicas assim como cimentação de restaurações indiretas de resina composta

10.1 Fabricação das amostras

Foram preparadas 40 amostras de cerâmica dissilicato de lítio Cerec® Blocs C/PC cor A2 (figura 1). Sendo que 20 destas com 0,5mm de espessura e 20 amostras com 0,8mm de espessura, todas com diâmetro de 12 mm. Os blocos de cerâmica dissilicato de lítio foram cortados com recurso a micrótomo manual (ISOMET 1000, Buehler®, Lake Bluff, IL, USA), e disco diamantado com refrigeração com água desionizada e a baixa velocidade, (450 rpm), e peso constante. Tendo-se então obtido amostras nas espessuras de 0,5mm e 0,8mm. Concluído o processo de corte e polimento das amostras de cerâmica a sua espessura foi verificada com craveira digital de precisão (Heavyware® Tools) em 3 pontos distintos das amostras. As amostras da espessura 0,5mm foram numeradas de 1 a 20 e as da espessura 0,8mm de 21 a 40.

Foram também preparados 40 discos de resina composta (Rc) Filtek™ Supreme XTE Body (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) cor A3 (figura 2), com 1mm de espessura, também estas com diâmetro de 12 mm, para servir de substrato.

Os discos de Rc foram produzidos através de um formador de resina (Porcelain Sampler, Ref. 7015, Smile Line, Suíça), com espessura constante de 1mm e polimerizados com fotopolimerizador Elipar DeepCure-S (3M ESPE, St. Paul, MN, EUA) durante 20 segundos, com intensidade de luz 1000mw/cm², segundo indicações do fabricante, num total de n= 40. Os discos de Rc foram também eles calibrados com recurso a craveira digital (Heavyware® Tools). Os discos foram numerados de 1 a 40.

10.2 Preparação das amostras

O tratamento da superfície da cerâmica foi efetuado primeiramente com a aplicação do jato de óxido de alumínio na zona interna da peça (Cojet 3M ESPE, Seefeld, Alemanha) (Óxido de alumínio revestido por sílica - 30µm), de seguida foi aplicado ácido fluorídrico 4% com microbrush durante 60 segundos, lavou-se com água durante 15s e aplicou-se ácido ortofosfórico a 37% (30%-40%) com microbrush em movimentos circulares. Lavou-se abundantemente mais uma vez, verificando se existia partículas brancas opacas (depósitos minerais) e, caso existisse, teria que se repetir a aplicação de ácido ortofosfórico. Colocou-se as amostras nos ultrassons dentro de um copo com água destilada durante 4 minutos, e secou-se a peça protética com ar e através da aplicação de álcool. Após as amostras estarem secas, prosseguiu-se com a aplicação do silano com um microbrush esfregando-se durante 20 segundos. Secou-se o silano num forno a 100°C

durante 1 minuto. Aplicou-se, de seguida, o adesivo OptiBond™ FL (Kerr Corporation, Orange, EUA) sem fotopolimerizar.

10.3 Cimentação das amostras

As amostras foram, depois do polimento e tratamento da cerâmica, cimentadas e aderidas às de resina composta com o cimento de resina fotopolimerizável, RelyX™ Veneer (3M ESPE, Seefeld, Alemanha) nas cores B0,5 e Translucent (figura 3 e 4), emparelhando de forma aleatória, utilizando a formula do Excel RAND(), de modo a fazer 4 grupos com 10 amostras por grupo.

Foi feita uma força constante de 50 Newtons durante 60 segundos. De seguida procedeu-se à polimerização com recurso a um fotopolimerizador Elipar DeepCure-S (3M ESPE, St.Paul, MN, EUA). As amostras foram armazenadas por 24h, em ambiente protegido da luz, antes de serem avaliadas.

10.4 Análise da cor

Os dados correspondentes à análise da cor foram obtidos com espectrofotometria de reflexão, medindo a quantidade de energia luminosa refletida por amostra sobre fundo e condições padronizadas. O espectrofotómetro utilizado foi Spectro Shade™ (MHT S.p.A., Verona, Itália) num fundo cinzento neutro (figura 5).

O Spectro Shade TM, com base no sistema CIELab, espaço de cor definido pela Commission Internationale de l'Eclairagelê, analisa em cada amostra a luminosidade (L^*), croma no eixo vermelho/verde (a^*), croma no eixo amarelo/azul (b^*), croma (C^*) e a tonalidade (h^*). Todas as leituras foram realizadas sobre o mesmo fundo cinzento, com a mesma angulação, isoladas de luz e com suporte de padronização da leitura, ficando exposto à leitura 9 por 7mm de cada amostra.

Após a recolha dos dados, foi calculado com o sistema CIELAB, através das coordenadas de cor L^* , a^* e b^* , as diferenças de cor (ΔE^*) com a seguinte fórmula: $\Delta E^*_{ab} = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$ (Johnston, 2009; Li et al., 2010).



Figura 5- Espectrofotômetro Spectro ShadeTM (MHT S.p.A., Verona, Itália)

As leituras foram obtidas em dois tempos: antes e depois da cimentação. Primeiro leram-se todas as amostras de compósito, seguido por todas as amostras de cerâmica e no fim as mostras já emparelhadas e cimentadas.

Todos os dados foram registados numa tabela de Excel 2010 (Microsoft Corp, Redmond, EUA) calculando-se os valores de Delta E para a cerâmica e para a resina com a seguinte fórmula: $\Delta E^* = (\Delta L^{*2} + \Delta a^{*2} + \Delta b^{*2})^{1/2}$ (Johnston, 2009; Li et al., 2010).

10.5 Análise Estatística

A análise estatística foi realizada através de uma base de dados concebida no programa Statistics Package for the Social Sciences (SPSS®) para MacBook, versão 20.0 (SPSS®, IBM, Ins, Chigago, IL, EUA). Realizou-se um teste two-way ANOVA e comparações múltiplas através do método de Bonferroni, com um intervalo de confiança a 95%.

11 Resultados

Os valores da medição inicial de cor das amostras de compósito inicial (n=40), em fundo cinzento, com o espectrofotômetro Spectro ShadeTM (MHT S.p.A., Verona, Itália) apresentam-se na tabela nº2.

Tabela 2- Valores de CIELab do compósito inicial

Compósito nº	L*	a*	b*	Compósito nº	L*	a*	b*
1	69.2	-0.7	18.5	21	68.4	-0.4	19.6
2	68.5	-0.5	19.8	22	69.4	-0.5	18.6
3	69.1	0.2	20.6	23	70.6	-0.3	20.9
4	69	-0.3	18.1	24	69.2	-0.4	18.9
5	68.8	-0.7	19.9	25	69.7	-0.5	19.6
6	69.1	-0.5	20.2	26	69	-0.6	19.1
7	68.9	-0.4	19.6	27	68.2	0.1	20.8
8	69.3	-0.9	19.2	28	69.4	-0.7	20.8
9	68.8	-1	19.8	29	68.8	-0.7	20
10	69.2	-0.4	20.4	30	69.4	-0.9	18.5
11	68.7	-1.1	18.7	31	68.9	-0.5	20
12	69.2	-1.4	19.1	32	68.8	-0.4	18.4
13	68.4	-1	18.8	33	64.7	-1.5	15.7
14	69.9	-0.9	17.6	34	69.8	-0.4	19.6
15	68.6	-0.5	20	35	67.9	-0.9	18.3
16	68.8	-1	19.5	36	69.9	-1	18.6
17	68.2	-0.6	18.2	37	68.6	-0.8	18.9
18	68.5	-1	19.6	38	68.4	-0.8	17.7
19	68.8	-0.1	19.4	39	68.5	-1.3	20.1
20	68.7	-0.9	18.6	40	70.4	-0.9	17.2

Procedeu-se à leitura de cor das amostras de cerâmica inicial (n=40), em fundo cinzento, com o espectrofotómetro Spectro Shade™ (MHT S.p.A., Verona, Itália). Os valores de lab apresentam-se na tabela nº3. Da amostra nº 1 à nº 20, a espessura da cerâmica foi de 0,5mm, e da amostra nº21 à nº40, a espessura foi de 0,8mm.

Tabela 3-Valores de CIELab da cerâmica inicial (fundo cinzento)

Cerâmica nº	L*	a*	b*	Cerâmica nº	L*	a*	b*
1	67.5	-2.9	4.2	21	70.4	-2.5	7.8
2	68	-2.7	4.5	22	68.8	-3	7.2
3	68.2	-2.6	4.4	23	67.7	-3	7.8
4	67.8	-3.1	4.9	24	70.7	-2.6	7.5
5	66.5	-3.3	3.2	25	68.2	-2.9	7.6
6	68	-3	4.6	26	68.2	-2.4	6.9
7	68.7	-3.1	6.3	27	68.5	-2.7	6.9
8	66.6	-3.2	3.4	28	70.2	-2.3	7
9	68.8	-2.7	6.3	29	69.3	-2.8	7.3
10	66.4	-3.5	3.4	30	69.2	-3	7
11	68.8	-3.2	6.7	31	70.4	-2.5	7.3
12	65.3	-3	2.8	32	69.6	-2.7	7
13	66.7	-3.3	4.1	33	68.6	-2.6	7.5
14	66.2	-3.4	3.9	34	70	-2.7	7.6
15	68.5	-2.9	6.1	35	68.4	-2.7	7.2
16	67.9	-3	6.2	36	68.4	-2.9	7.2
17	67.1	-3.3	5.1	37	68.5	-2.7	7.2
18	66.6	-2.9	4.8	38	68.6	-3	7.3
19	68	-3	5.3	39	70.3	-2.2	7.5
20	68.3	-2.7	4.9	40	70.4	-2.5	7.6

Na tabela 4 estão dispostos os valores de L^* , a^* e b^* para cada amostra já cimentada (compósito inicial cimentado com a cerâmica inicial). Relativamente ao valor de L^* , o valor mais baixo foi de 69,6 para a cerâmica cimentada com o Relyx Translucent, com espessura de 0,5, ou seja, esta foi a amostra que apresentou menos luminosidade. Já o valor mais elevado foi de 75,8 para a espessura de 0,5, na cerâmica cimentada com Relyx B 0,5, o que significa que foi a amostra que apresentou mais luminosidade.

Tabela 4- Resultados de CIELab obtidos após cimentação das amostras (fundo cinzento) (da cerâmica nº1 à 20)

Cerâmica Nº	Compósito Nº	Espessura	L^*	a^*	b^*	Cimento
1	40	0.5	71.5	0.3	14.8	Relyx B 0,5
2	39	0.5	71.2	0.2	17	Relyx B 0,5
3	38	0.5	71.3	0.2	17.2	Relyx B 0,5
4	37	0.5	69.8	0.2	15.7	Relyx B 0,5
5	36	0.5	70.5	1	21.6	Relyx B 0,5
6	35	0.5	75.8	-0.3	13.2	Relyx B 0,5
7	34	0.5	70.6	1	21.7	Relyx B 0,5
8	33	0.5	74.4	-0.9	12.6	Relyx B 0,5
9	32	0.5	74.3	-1.1	14.4	Relyx B 0,5
10	31	0.5	74.2	-1	12.9	Relyx B 0,5
11	30	0.5	75.2	-0.8	12.3	Relyx Translucent
12	29	0.5	69.6	-0.9	15.1	Relyx Translucent
13	28	0.5	70.3	-0.4	16	Relyx Translucent
14	27	0.5	69.8	-0.5	15.9	Relyx Translucent
15	26	0.5	71.6	-0.2	16.5	Relyx Translucent
16	25	0.5	71.4	0.2	16.6	Relyx Translucent
17	24	0.5	69.7	-0.9	15.1	Relyx Translucent
18	23	0.5	74.9	-0.7	13.5	Relyx Translucent
19	22	0.5	70.1	-1.7	14.3	Relyx Translucent
20	21	0.5	71.1	0.2	17.5	Relyx Translucent

Em relação ao valor de a^* , o valor mais baixo foi -1,7, na amostra cimentada com Relyx Translucent na espessura de 0.5mm. O facto deste valor ter sido negativo indica maior presença de cor verde relativamente à cor vermelha. Já o valor mais elevado ocorreu em duas amostras, foi de 1, na espessura de 0,5, quando cimentada com Relyx B 0,5, uma vez que este valor foi superior a zero, indica maior presença de cor vermelha relativamente a cor verde.

No caso do valor de b^* , o valor mais baixo foi de 12,3, na espessura de 0,5 quando cimentada com o Relyx Translucent, já o valor mais alto foi de 21.7, na espessura de 0,5, quando cimentada com Relyx B 0,5. Uma vez que os dois valores são superiores a zero, indica que todas as amostras tinham maior presença de cor amarela, relativamente à cor azul.

Tabela 5- Resultados de CIELab obtidos após cimentação das amostras (fundo cinzento) (da cerâmica nº21 à 40)

Cerâmica N°	Compósito N°	Espessura	L*	a*	b*	Cimento
21	20	0.8	70.6	0.1	15.1	Relyx B 0,5
22	19	0.8	72.4	0.1	15.6	Relyx B 0,5
23	18	0.8	71.2	0.4	17.9	Relyx B 0,5
24	17	0.8	71	0.3	16.5	Relyx B 0,5
25	16	0.8	71.1	0.4	14.8	Relyx B 0,5
26	15	0.8	70.8	0.5	15.7	Relyx B 0,5
27	14	0.8	71.4	0.1	16.7	Relyx B 0,5
28	13	0.8	70.8	0.1	16.4	Relyx B 0,5
29	12	0.8	70.1	0.5	16.8	Relyx B 0,5
30	11	0.8	71.3	0.5	16.4	Relyx B 0,5
31	10	0.8	72.5	0.2	18.3	Relyx Translucent
32	9	0.8	71	0.1	17	Relyx Translucent
33	8	0.8	71.4	0.1	16.8	Relyx Translucent
34	7	0.8	72	0.5	17.3	Relyx Translucent
35	6	0.8	71.7	0.1	17.5	Relyx Translucent
36	5	0.8	71.2	0.4	18	Relyx Translucent
37	4	0.8	72.1	0.3	18.6	Relyx Translucent
38	3	0.8	72.1	0.3	18.6	Relyx Translucent
39	2	0.8	71.9	0.1	17.6	Relyx Translucent
40	1	0.8	72.5	0.3	17.2	Relyx Translucent

11.1 Estudo da diferença de cor (ΔE)

Na tabela 6 apresenta-se a análise estatística ao ΔE quando retiramos o valor da cerâmica inicial após a cimentação das amostras. Nesta análise, o valor do ΔE foi sempre superior a 1,7, nos dois cimentos (RelyX B0,5 e Translucent), e nas duas espessuras (0,5mm e 0,8mm), o que significa que a alteração de cor foi considerada sempre visível a olho nu. No entanto, os valores do ΔE , na tabela 6, foram superiores na espessura de 0,5mm, tanto no cimento RelyX B0,5 como no Translucent (12,30 e 11,57, respetivamente), relativamente aos valores de ΔE na espessura de 0,8mm, nos mesmos dois cimentos, RelyX B0,5 e Translucent (9,88 e 11,06, respetivamente). Ou seja, existiu uma maior variação de cor nas cerâmicas com espessura de 0,5mm relativamente às cerâmicas com espessura de 0,8mm, em ambos os cimentos.

Existiram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) entre as médias dos valores das duas espessuras quando cimentadas com o cimento RelyX B0,5, e entre as médias dos valores dos dois cimentos, RelyX B0,5 e RelyX Translucent na espessura 0,8mm (Tabela 6).

Tabela 6- Valores de (ΔE) relativos à cerâmica cimentada e à cerâmica inicial

Cimentos	Espessuras		
	0,5 mm	0,8 mm	
RelyX B0,5	12,30 \pm 1,08	9,88 \pm 0,34	$p < 0,001$ ^(a) (*)
RelyX Translucent	11,57 \pm 1,58	11,06 \pm 0,84	$p = 0,293$ ^(a)
	$p = 0,133$ ^(a)	$p = 0,018$ ^(a) (*)	

$p = 0,007$

(a) Two-way ANOVA

(*) Identifies a statistically significant difference for a 95% confidence interval

(média \pm desvio padrão)

Na tabela 7 apresenta-se a análise estatística ao ΔE quando retiramos o valor da base (R_c) inicial após a cimentação das amostras.

Nesta análise, o valor do ΔE foi sempre superior a 1,7, nos dois cimentos (RelyX B0,5 e Translucent) e nas duas espessuras (0,5mm e 0,8mm), o que significa que a alteração de cor foi considerada sempre visível a olho nu.

No entanto, os valores do ΔE (tabela 7) foram superiores na espessura de 0,5mm, tanto no RelyX B0,5 como no Translucent, relativamente aos valores de ΔE na espessura de 0,8mm, nos mesmos dois cimentos. Ou seja, houve uma maior variação de cor na cerâmica com espessura de 0,5mm relativamente à cerâmica 0,8mm.

Existiram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) entre a média dos valores referentes às duas espessuras (0,5mm e 0,8mm) quando cimentadas com o cimento RelyX B0,5 (Tabela 7).

Tabela 7 - Valores de (ΔE) relativos à cerâmica cimentada e ao compósito inicial

Cimentos	Espessuras		
	0,5 mm	0,8 mm	
RelyX B0,5	5,86 \pm 2,76	3,28 \pm 0,64	$p < 0,001^{(a)} (*)$
RelyX Translucent	4,74 \pm 0,76	3,47 \pm 0,67	$p = 0,067^{(a)}$
	$p = 0,105^{(a)}$	$p = 0,784^{(a)}$	

$p = 0,179$

(a) Two-way ANOVA

(*) Identifies a statistically significant difference for a 95% confidence interval

..

12 Discussão

O presente estudo teve como objetivo estudar as alterações de cor da cerâmica dissilicato de lítio em diferentes espessuras, quando manipulada com diferentes materiais de cimentação.

Porque a cor desejável das facetas cerâmicas e a cor da estrutura dentária subjacente nem sempre pode ser escolhida pelo clínico, a espessura do material cerâmico e os tons dos cimentos de resina tornam-se variáveis importantes na manipulação da cor final das facetas cerâmicas (Turgut & Bagis, 2013; Niu, Agustin & Douglas, 2014).

A escolha correta de uma faceta de cerâmica envolve a avaliação do substrato dentário, nomeadamente a cor, assim como, a espessura do material cerâmico a ser utilizado, uma vez que estes podem comprometer o resultado estético final (Jorgenson & Goodking, 1979; Volpato et al., 2009).

No entanto, para compensar a influência do substrato, o clínico pode utilizar várias cores de cimentos resinosos (Rezende, Cardoso, Rodriguez & Porfírio, 2009).

No que diz respeito à escolha do cimento resinoso para cimentação de facetas cerâmicas, a literatura sugere a utilização dos cimentos fotoativados como RelyX Vener (3M ESPE, EUA). Isto deve-se ao facto dos cimentos quimicamente ativados e duais apresentarem a amina como ativador químico que pode provocar alterações de cor ao longo do tempo, comprometendo o resultado estético (Cardoso, Cardoso, Decurcio & Junior, 2011).

No presente estudo a escolha das amostras de cerâmica recaiu sobre a cerâmica dissilicato de lítio, pois esta é uma cerâmica com matriz vítrea e componentes cristalinos, que confere estética e maior resistência mecânica que as cerâmicas feldspáticas (Ritter, 2010). Tornando assim o seu estudo uma mais valia clínica na área de medicina dentária.

Existe consenso na literatura em relação à utilização de espectrofotómetros, sendo o método que apresenta mais precisão para correspondência de cores em dentisteria. A sua utilização aumenta a exatidão da medição da cor em 33%, comparativamente com a observação visual, produzindo assim um sucesso de 93.3% na determinação da cor (Khurana, Tredwin, Weisbloom & Moles, 2007; Kielbassa, Beheim-Schwarzbach,

Neumann, 2009; Chu, Trushkowsky, Paravina, 2010; Lehmann, et al., 2011; Khashayar, Dozic, Kleverlaan, Feilzer, 2012).

Os dados obtidos com o espectrofotómetro, foram utilizados através do sistema CIELab, que através do cálculo do ΔE , permitiu definir as diferenças de cores existentes entre amostras em estudo com os dois tipos de cimento RelyX B0,5 e Translucent nas duas espessuras, 0.5mm e 0.8mm, relativamente às amostras de controlo.

Não existe um consenso para o valor do ΔE , sendo que de acordo com Joiner e Luo, 2017, a menor diferença perceptível de duas cores diferentes em contato é de aproximadamente 0,5 a 1,0 unidades de ΔE . No entanto, segundo Hassel, Nitschke e Rammelsberg, 2009, diferenças de cor clinicamente não semelhantes são aquelas em que o ΔE^* apresenta valor $\geq 3,7$.

Quando o valor de ΔE é inferior a 1, significa que a diferença de cor não é perceptível a olho humano; quando está dentro de valores de 1,1-3,3 esta diferença é apenas detetável para um profissional com experiência, no entanto se atingir valores superiores a 3,3, já não é aceitável clinicamente, uma vez que esta diferença pode ser facilmente detetada (Ardu et al., 2010).

Foi concluído por Douglas, Steinhauer & Wee, 2007, que o intervalo de ΔE que é perceptível clinicamente por 20 médicos dentistas variou de 1,7 a 2,7.

Assim sendo, no presente estudo, ficou estipulado que quando $\Delta E < 1,7$ a diferença de cor não é perceptível clinicamente. No entanto, valores de $\Delta E > 1,7$ a alteração já será visível clinicamente.

Quando retiramos o valor da cerâmica inicial após a cimentação das amostras (tabela 6) o valor do ΔE foi superior a 1,7 em todos os grupos (para ambos os cimentos, RelyX B0,5 e Translucent, assim como para as espessuras 0,5mm e 0,8mm), o que se pode concluir que a variação de cor foi sempre visível clinicamente.

A média do ΔE mais elevada verificada neste grupo, foi nas amostras cimentadas com o cimento RelyX B0,5, na espessura de 0,5mm, com um ΔE de 12,30. A segunda média mais alta do valor de ΔE , foi verificada também na espessura de 0,5mm, quando cimentadas com o cimento RelyX Translucent.

O facto valores mais altos de ΔE , estarem presentes nas espessuras de 0,5mm, enquanto que os valores mais baixos foram determinados nas espessuras de 0,8mm, apoia

a hipótese que a espessura influencia a cor da cerâmica, mais precisamente que uma espessura maior de cerâmica vai permitir uma menor alteração de cor da cerâmica pelo seu substrato, neste caso o cimento, enquanto que uma espessura menor de cerâmica permite uma maior alteração de cor pelo seu substrato.

Na tabela 6, os valores das médias dos ΔE , tanto quando se fez variar os cimentos, assim como quando se fez variar a espessura, são superiores aos da tabela 6. Ou seja, existe uma maior diferença de cor quando se retira o valor da cerâmica inicial após cimentação das amostras, do que quando se retira o valor do compósito inicial à cerâmica cimentada, significando assim que a cerâmica influencia mais a cor da cerâmica cimentada do que os cimentos de resina usados na cimentação (RelyX B0,5 e RelyX Translucent).

Ao comparar a cerâmica cimentada e cerâmica inicial (tabela 6), existiram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) entre as médias dos valores de ΔE das amostras cimentadas com os cimentos Rely-x B0,5 e Translucent na mesma espessura de 0,8mm. Houve também diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$) entre as médias dos valores de ΔE das amostras cimentadas com o cimento RelyX B0,5, nas duas espessuras (0,5mm e 0,8mm).

No estudo de Wenzhong Xing, 2017, cujo objetivo foi analisar os efeitos da espessura do material cerâmico e do cimento resinoso na correspondência de cor com a cerâmica nas zonas mais cinzentas do dente, ocorreram diferenças significativas em facetas cerâmicas de 0,50 mm de espessura cujos valores de ΔE foram superiores em comparação com as facetas cerâmicas de 0,75 mm de espessura. A cor da cerâmica foi bastante influenciada, não só pela espessura da mesma, mas também pelo cimento usado.

Uma vez que a espessura da cerâmica parece influenciar a cor da restauração final, em substratos com diferentes cores de dentina, o clínico deve considerar aumentar a espessura da cerâmica para mascarar qualquer alteração possível na cor da cerâmica (Pires, Novais, Araújo & Pegoraro, 2017)

A espessura do material cerâmico é um fator importante para obter uma correspondência precisa de cores (Chu, Chow & Chai, 2007; Douglas & Przybylska, 1999).

Na tabela 7, apresenta-se a análise estatística ao ΔE quando retiramos o valor da base (R_c) inicial após a cimentação das amostras. Em relação ao cálculo do ΔE , este foi superior a 1,7 em todos os grupos, o que se pode concluir que a alteração de cor foi sempre visível clinicamente. O valor mais baixo do ΔE foi verificado neste grupo, nomeadamente no cimento Rely-x B0,5 na espessura de 0,8, com um ΔE de 3,28. Este valor apoia a teoria de que a espessura da cerâmica influencia a cor da restauração final, mais precisamente que uma espessura maior vai permitir uma menor alteração de cor da cerâmica pelo seu substrato, neste caso o cimento.

Ao comparar a cerâmica cimentada com o compósito inicial (tabela 7) existiram diferenças estatisticamente significantes ($p < 0.05$), entre as médias dos valores de ΔE das amostras cimentadas com os cimentos Rely-x B0,5 quando se fez variar a espessura da cerâmica (0,5mm e 0,8mm). No entanto, não houve diferenças estatisticamente significantes entre as médias dos valores de ΔE dos dois cimentos (RelyX B0,5 e Translucent), dentro da mesma espessura, uma vez que $p > 0.05$.

O estudo de Wang, 2015, concluiu que a cor do cimento de resina pode afetar a cor final da cerâmica, nomeadamente no caso do cimento resinoso RelyXTM Veneer na cor Translucent: que aumentou ligeiramente o brilho e diminui o croma da cerâmica. À semelhança deste estudo, também se percebeu que os cimentos de resina RelyX B0,5 e Translucent podem causar alteração da cor final da cerâmica, no entanto quando se utilizou o cimento resinoso RelyXTM Veneer na cor Translucent, a alteração final obtida é estatisticamente não significativa entre espessuras.

Neste estudo rejeitam-se as hipóteses nulas e aceitam-se as hipóteses alternativas do estudo da cor. Fica então demonstrado que:

H1-A cor da cerâmica dissilicato de lítio é influenciada pela cor do material de cimentação e pela espessura da cerâmica.

Tendo por base os resultados obtidos nesta investigação *in vitro*, é possível concluir que:

1. Diferentes espessuras de cerâmica quando cimentadas com diferentes cimentos apresentam influência ao nível da cor.

13 Conclusão

O objetivo deste estudo foi avaliar as alterações de cor da cerâmica dissilicato de lítio, após cimentação com dois tipos de cimento, fazendo variar a espessura da cerâmica.

Neste sentido, podemos concluir que os diferentes materiais de cimentação e diferentes espessuras de cerâmica influenciam a cor final da restauração.

14 Implicações clínicas e estudos futuros

Com os dados que temos disponíveis parecem não existir diferenças clinicamente significativas nos dois tipos de materiais de cimentação que foram analisados na cor final da restauração com cerâmica dissilicato de lítio. Contudo, diferentes espessuras parecem influenciar as propriedades óticas da restauração com cerâmica dissilicato de lítio.

É necessário a realização de mais estudos de forma a perceber se a sua aplicabilidade pode ser generalizada a restaurações com diferentes tipos de cerâmica.

15 Bibliografia

- Agarwal, T. (2005). Anterior direct composite: easy as 1-2-3. *Dentistry today*, 24(10), 138-140.
- Alex, G. (2008). CE 1-Preparing Porcelain Surfaces for Optimal Bonding. *Compendium*, 29(6), 324
- Anusavice, K. J., Shen, C., & Rawls, H. R. (2013). *Phillips Materiais Dentários*. 12ª Edição.
- Ardu, S., Braut, V., Gutemberg, D., Krejci, I., Dietschi, D., & Feilzer, A. J. (2010). A long-term laboratory test on staining susceptibility of esthetic composite resin materials. *Quintessence International*, 41(8).
- Azer, S. S., Rosenstiel, S. F., Seghi, R. R., & Johnston, W. M. (2011). Effect of substrate shades on the color of ceramic laminate veneers. *The Journal of prosthetic dentistry*, 106(3), 179-183.
- Baratieri, L. N., Monteiro Junior, S., Andrada, M. A. C. D., Vieira, L. C. C., Cardoso, A. C., & Ritter, A. V. (1995). Estética: restaurações adesivas diretas em dentes anteriores fraturados. In *Estética: restaurações adesivas diretas em dentes anteriores fraturados*.
- Baroudi, K., & Rodrigues, J. C. (2015). Flowable resin composites: A systematic review and clinical considerations. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, 9(6), ZE18.
- Barutcigil, C. et al. The color differences of direct esthetic restorative materials after setting and compared with a shade guide. *The Journal of the American Dental Association*, Chicago, v.142, no. 6, p. 658-665, 2011.
- Belli, R., Geinzer, E., Muschweck, A., Petschelt, A., & Lohbauer, U. (2014). Mechanical fatigue degradation of ceramics versus resin composites for dental restorations. *Dental Materials*, 30(4), 424-432.
- Blatz, M. B., Sadan, A., & Kern, M. (2003). Resin-ceramic bonding: a review of the literature. *The Journal of prosthetic dentistry*, 89(3), 268-274.

- Cardoso, P. C., Cardoso, L. C., Decurcio, R. A., & Junior, L. M. (2011). Restabelecimento estético funcional com laminados cerâmicos. *Revista Odontológica do Brasil Central*, 20(52).
- Chain, M. C., & Baratieri, L. N. (1998). Restaurações estéticas com resina composta em dentes posteriores. In *Restaurações estéticas com resina composta em dentes posteriores*.
- Christensen, G. J. (2008). Successful use of in-office CAD/CAM in a typical practice. *The Journal of the American Dental Association*, 139(9), 1257-1260.
- Chu, F. C., Chow, T. W., & Chai, J. (2007). Contrast ratios and masking ability of three types of ceramic veneers. *The Journal of prosthetic dentistry*, 98(5), 359-364.
- Chu, S. J., Trushkowsky, R. D., & Paravina, R. D. (2010). Dental color matching instruments and systems. Review of clinical and research aspects. *Journal of dentistry*, 38, e2-e16.
- Correia, A., Oliveira, M. A., & Silva, M. J. (2005). Conceitos de estratificação nas restaurações de dentes anteriores com resinas compostas. *Rev Portug Estomatol*, 46(3), 171-8.
- Culbertson, B. M. (2001). Glass-ionomer dental restoratives. *Progress in Polymer Science*, 26(4), 577-604.
- da Silva, J. M. F., da Rocha, D. M., Kimpara, E. T., & Uemura, E. S. (2008). Resinas compostas: estágio atual e perspectivas. *Odonto*, 16(32), 98-104.
- D'arcangelo, C., De Angelis, F., Vadini, M., & D'Amario, M. (2012). Clinical evaluation on porcelain laminate veneers bonded with light-cured composite: results up to 7 years. *Clinical oral investigations*, 16(4), 1071-1079.
- de Mello Fabião, M., Stape, T. H. S., Yanikian, C. R. F., de Lima, A. F., Pizi, E. C. G., Baron, G. M. M., & Martins, L. R. M. (2015). Influence of different adhesive protocols on ceramic bond strength and degree of conversion of resin cements. *International Journal of Adhesion and Adhesives*, 62, 7-13.
- Dede, D. Ö., Armaganci, A., Ceylan, G., Çankaya, S., & Çelık, E. (2013). Influence of abutment material and luting cements color on the final color of all ceramics. *Acta Odontologica Scandinavica*, 71(6), 1570-1578.

- Douglas, R. D., & Przybylska, M. (1999). Predicting porcelain thickness required for dental shade matches. *The Journal of prosthetic dentistry*, 82(2), 143-149.
- Douglas, R. D., Steinhauer, T. J. e Wee, A. G. (2007). Intraoral determination of the tolerance of dentists for perceptibility and acceptability of shade mismatch. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 97(4), 200-208.
- Dietliker, K. K., & Oldring, P. K. T. (1991). *Chemistry and Technology of UV and EB Formulation for Coatings, Inks and Paints: Photoinitiators for Free Radical and Cationic Polymerisation*. Sita Technology.
- Dietschi, D. (2001). Layering concepts in anterior composite restorations. *Journal of Adhesive Dentistry*, 3(1).
- Dietschi, D., Ardu, S., & Krejci, I. (2006). A new shading concept based on natural tooth color applied to direct composite restorations. *Quintessence international*, 37(2), 91-102.
- Dietschi, D., Ardu, S., & Krejci, I. (2000). Les restaurations antérieures par méthode directe collées-la stratification. *Collage et adhésion*.
- Esquivel, J. F., Chia, J., & Wozniak, W. T. (1995). Color stability of low fusing porcelains for titanium. *International Journal of Prosthodontics*, 8(5).
- Fouassier, J. P., & Lalevée, J. (2012). *Photoinitiators for polymer synthesis*. Wiley-VCH: Weinheim, Germany.
- Fleming, G. J., & Addison, O. (2009). Adhesive cementation and the strengthening of all-ceramic dental restorations. *Journal of Adhesion Science and Technology*, 23(7-8), 945-959.
- Gouveia, T. H. N., Theobaldo, J. D., Vieira-Junior, W. F., Lima, D. A. N. L., & Aguiar, F. H. B. (2017). Esthetic smile rehabilitation of anterior teeth by treatment with biomimetic restorative materials: a case report. *Clinical, cosmetic and investigational dentistry*, 9, 27.
- Griffin, S. G.; Hill, R. G. (1999). *Biomaterials*, 20, 579
- Guarda, G. B., Gonçalves, L. S., Correr, A. B., Moraes, R. R., Sinhoret, M. A., & Correr-Sobrinho, L. (2010). Luting glass ceramic restorations using a self-adhesive resin cement under different dentin conditions. *Journal of Applied Oral Science*, 18(3), 244-248.

Gürel, G. (2003). The science and art of porcelain laminate veneers. London: Quintessence,.

Guzman, A. F., Moore, B. K., & Andres, C. J. (1997). Wear resistance of four luting agents as a function of marginal gap distance, cement type, and restorative material. *International Journal of Prosthodontics*, 10(5).

Hassel, A. J., Nitschke, I., & Rammelsberg, P. (2009). Comparing Lab Color Coordinates for Natural Teeth Shades and Corresponding Shade Tabs Using a Spectrophotometer. *International Journal of Prosthodontics*, 22(1).

Hegenbarth, E. A. (1992). Sistema pratico de selecao de cores em ceramica. Quintessence.

Hill, E. E. (2007). Dental cements for definitive luting: a review and practical clinical considerations. *Dental Clinics of North America*, 51(3), 643-658.

Hirata, R., Ampessan, R. L., & Liu, J. (2001). Reconstrução de dentes anteriores com resinas compostas-Uma seqüência de escolha e aplicação de resinas. *JBC*, 5(25), 15-25.

Hurrell-Gillingham, K., Reaney, I. M., Miller, C. A., Crawford, A., & Hatton, P. V. (2003). Devitrification of ionomer glass and its effect on the in vitro biocompatibility of glass-ionomer cements. *Biomaterials*, 24(18), 3153-3160.

Imai, A., Takamizawa, T., Sugimura, R., Tsujimoto, A., Ishii, R., Kawazu, M., ... & Miyazaki, M. (2019). Interrelation among the handling, mechanical, and wear properties of the newly developed flowable resin composites. *Journal of the mechanical behavior of biomedical materials*, 89, 72-80.

Johnston, W. M. (2009). Color measurement in dentistry. *Journal of dentistry*, 37, e2-e6.

Joiner, A. (2004). Tooth colour: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 32, 3-12.

Joiner, A., & Luo, W. (2017). Tooth colour and whiteness: A review. *Journal of dentistry*, 67, S3-S10

Jorgenson, M. W., & Goodkind, R. J. (1979). Spectrophotometric study of five porcelain shades relative to the dimensions of color, porcelain thickness, and repeated firings. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 42(1), 96-105.

- Kalavacharla, V. K., Lawson, N. C., Ramp, L. C., & Burgess, J. O. (2015). Influence of etching protocol and silane treatment with a universal adhesive on lithium disilicate bond strength. *Operative dentistry*, 40(4), 372-378.
- Khashayar, G., Dozic, A., Kleverlaan, C. J., & Feilzer, A. J. (2012). Data comparison between two dental spectrophotometers. *Operative dentistry*, 37(1), 12-20.
- Khurana, R., Tredwin, C. J., Weisbloom, M., & Moles, D. R. (2007). A clinical evaluation of the individual repeatability of three commercially available colour measuring devices. *British dental journal*, 203(12), 675.
- Kielbassa, A. M., Beheim-Schwarzbach, N. J., Neumann, K., & Zantner, C. (2009). In vitro comparison of visual and computer-aided pre-and post-tooth shade determination using various home bleaching procedures. *The Journal of prosthetic dentistry*, 101(2), 92-100.
- Koch, T., Peutzfeldt, A., Malinovskii, V., Flury, S., Häner, R. e Lussi, A. (2013). Temporary zinc oxide–eugenol cement: eugenol quantity in dentin and bond strength of resin composite. *European Journal of Oral Sciences*, 121(1), 363– 369.
- Kürklü, D., Azer, S. S., Yilmaz, B., & Johnston, W. M. (2013). Porcelain thickness and cement shade effects on the colour and translucency of porcelain veneering materials. *Journal of dentistry*, 41(11), 1043-1050.
- Lee YK. (2015). Fluorescence properties of human teeth and dental calculus for clinical applications. *J Biomed Opt.*
- Lehmann, K. M., Devigus, A., Igiel, C., Wentaschek, S., Azar, M. S., & Scheller, H. (2011). Repeatability of color-measuring devices. *Eur J Esthet Dent*, 6(4), 428-35.
- Li, Q., Xu, B. T., Li, R., & Wang, Y. N. (2010). Spectrophotometric comparison of translucent composites and natural enamel. *Journal of dentistry*, 38, e117-e122.
- Magne, P., & Belser, U. (2002). Bonded porcelain restorations in the anterior dentition: a biomimetic approach (Vol. 28). Quintessence publishing company.
- Magne, P., & Magne, M. (2005). Treatment of extended anterior crown fractures using Type IIIA bonded porcelain restorations. *Journal of the California Dental Association*, 33(5), 387-396.

Melchiades, F. G., & Boschi, A. O. (1999). Cores e tonalidades em revestimentos cerâmicos. *Cerâmica Industrial*, 4(1-6), 11-18.

Meyer, J. M., Cattani-Lorente, M. A., & Dupuis, V. (1998). Compomers: between glass-ionomer cements and composites. *Biomaterials*, 19(6), 529-539.

Milutinović-Nikolić, A. D., Medić, V. B., & Vuković, Z. M. (2007). Porosity of different dental luting cements. *Dental Materials*, 23(6), 674-678.

Miyashita E., & Fonseca, A. S. (2004). *Odontologia estética: o estado da arte*. São Paulo: Artes Médicas.

Niu, E., Agustin, M., & Douglas, R. D. (2014). Color match of machinable lithium disilicate ceramics: Effects of cement color and thickness. *The Journal of prosthetic dentistry*, 111(1), 42-50.

Noort, R.V. (2010). *Cerâmicas Odontológicas. Introdução aos materiais dentários* (3º edição). Elsevier Brasil.

Özcan, M., & Vallittu, P. K. (2003). Effect of surface conditioning methods on the bond strength of luting cement to ceramics. *Dental Materials*, 19(8), 725-731.

Öztürk, E., Bolay, Ş., Hickel, R., & Ilie, N. (2013). Shear bond strength of porcelain laminate veneers to enamel, dentine and enamel–dentine complex bonded with different adhesive luting systems. *Journal of dentistry*, 41(2), 97-105.

Park, M. Y., Lee, Y. K., & Lim, B. S. (2007). Influence of fluorescent whitening agent on the fluorescent emission of resin composites. *Dental materials*, 23(6), 731-735.

Pavan, S., Dos Santos, P. H., Berger, S., & Bedran-Russo, A. K. B. (2010). The effect of dentin pretreatment on the microtensile bond strength of self-adhesive resin cements. *The Journal of prosthetic dentistry*, 104(4), 258-264.

Pérez, E. A. (1991). *Apuntes de esmaltes y colores cerámicos*. Conselleria de Cultura, Educació i Ciència.

Peumans, M., Van Meerbeek, B., Lambrechts, P., & Vanherle, G. (2000). Porcelain veneers: a review of the literature. *Journal of dentistry*, 28(3), 163-177.

- Pires, L. A., Novais, P. M., Araújo, V. D., & Pegoraro, L. F. (2017). Effects of the type and thickness of ceramic, substrate, and cement on the optical color of a lithium disilicate ceramic. *The Journal of prosthetic dentistry*, 117(1), 144-149.
- Prata, R. A., De Oliveira, V. P., De Menezes, F. C. H., Borges, G. A., De Andrade, O. S., & de Souza Gonçalves, L. (2011). Effect of 'Try-in' paste removal method on bond strength to lithium disilicate ceramic. *Journal of dentistry*, 39(12), 863-870.
- Radovic, I., Monticelli, F., Goracci, C., Vulicevic, Z. R., & Ferrari, M. (2008). Self-adhesive resin cements: a literature review. *Journal of Adhesive Dentistry*, 10(4).
- Rezende, M. D. O., Cardoso, P. D. C., Rodriguez, M. B., & Porfírio, W. (2009). Laminados cerâmicos minimamente invasivos. *Clín. int. j. braz. dent*, 5(2), 182-192.
- Ritter, R. G. (2010). Multifunctional Uses of a Novel Ceramic-Lithium Disilicate. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 22(5), 332-341.
- Romão, W., & Rosa de Oliveira, F. (2007). Sistemas cerâmicos reforçados e suas indicações. *ConScientiae Saúde*, 6(1).
- Rosenblum, M. A., & Schulman, A. (1997). A review of all-ceramic restorations. *The Journal of the American Dental Association*, 128(3), 297-307.
- Rosenstiel, S. F., Land, M. F., & Crispin, B. J. (1998). Dental luting agents: A review of the current literature. *The Journal of prosthetic dentistry*, 80(3), 280-301.
- Rueggeberg, F. A. (2011). State-of-the-art: dental photocuring—a review. *Dental Materials*, 27(1), 39-52.
- Sánchez, E. (1997). Matérias-primas para a fabricação de fritas e esmaltes cerâmicos. *Cerâmica Industrial*, 2(3/4), 32-40.
- Santos, J., & Leinfelder, K. F. (1982). O estágio atual das resinas compostas. *Rev Ass Paul Cirurg Dent*, (3), 332-335.
- Sensi, L. G., Junior, S. M., & Baratieri, L. N. (2006). Effect of led light curing on the marginal sealing of composite resin restorations. *Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD*, 18(6), 345-51.
- Schanda, J. (Ed.). (2007). *Colorimetry: understanding the CIE system*. John Wiley & Sons.

Soares, C. J., Rodrigues, M. D. P., Vilela, A. B. F., Pfeifer, C. S., Tantbirojn, D., & Versluis, A. (2017). Polymerization shrinkage stress of composite resins and resin cements—What do we need to know?. *Brazilian oral research*, 31.

de Souza Soares, E., da Silva, J. V. P., Neppelenbroek, K. H., Jorge, J. H., & Urban, V. M. (2009). Tratamento de superfície de cerâmica pura para cimentação com cimentos resinosos. *Revista de Odontologia da UNESP*, 38(3), 154-60.

Sikri, V. K. (2010). Color: Implications in dentistry. *Journal of conservative dentistry: JCD*, 13(4), 249

da Silva, J. M. F., da Rocha, D. M., Kimpara, E. T., & Uemura, E. S. (2008). Resinas compostas: estágio atual e perspectivas. *Odonto*, 16(32), 98-104.

Sinhoret, M. A. C., de Oliveira, D. C. R. S., Rocha, M. G., & Roulet, J. F. (2018). Fotopolimerização de materiais restauradores resinosos: uma abordagem com base em evidências para a prática clínica.

Stevenson, B., & Ibbetson, R. (2010). The effect of the substructure on the colour of samples/restorations veneered with ceramic: a literature review. *Journal of dentistry*, 38(5), 361-368.

Schuller, D., Bianchi, E. C., & Aguiar, P. R. (2008). Influência de defeitos e diferentes processos de fabricação nas propriedades mecânicas finais de cerâmicas. *Cerâmica*, 435-442.

Takahashi, M. K., Vieira, S., Rached, R. N., Almeida, J. D., Aguiar, M., & Souza, E. D. (2008). Fluorescence intensity of resin composites and dental tissues before and after accelerated aging: a comparative study. *Operative dentistry*, 33(2), 189-195.

Terry, D. A., Geller, W., Tric, O., Anderson, M. J., Tourville, M., & Kobashigawa, A. (2002). Anatomical form defines color: function, form, and aesthetics. *Practical procedures & aesthetic dentistry: PPAD*, 14(1), 59-67.

Turgut, S., & Bagis, B. (2013). Effect of resin cement and ceramic thickness on final color of laminate veneers: an in vitro study. *The Journal of prosthetic dentistry*, 109(3), 179-186.

Tyas, M. J., Jones, D. W., & Rizkalla, A. S. (1998). The evaluation of resin composite consistency. *Dental Materials*, 14(6), 424-428.

- Vanini, L. (1996). Light and color in anterior composite restorations. *Practical periodontics and aesthetic dentistry: PPAD*, 8(7), 673-82.
- Volpato, C. Â. M., Monteiro Jr, S., de Andrada, M. C., Fredel, M. C., & Petter, C. O. (2009). Optical influence of the type of illuminant, substrates and thickness of ceramic materials. *Dental materials*, 25(1), 87-93.
- Vieira, L. C. C., Baratieri, L. N., & Lopes, G. C. (2005). Porcelain veneers as an alternative for the esthetic treatment of stained anterior teeth: Clinical report. *Quintessence international*, 36(3).
- Villarroel, M., Fahl, N., De Sousa, A. M., & De Oliveira, O. B. (2011). Direct esthetic restorations based on translucency and opacity of composite resins. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 23(2), 73-87.
- Wang, Y. N. (2015). The influence of resin cements on the final color of ceramic veneers. *Journal of prosthodontic research*, 59(3), 172-177
- Yamamoto, M. (1985). *Metal-ceramics: principle and methods of Makoto Yamamoto*. Quintessence Publishing Company.
- Yuan, H., Li, M., Guo, B., Gao, Y., Liu, H., & Li, J. (2015). Evaluation of Microtensile Bond Strength and Microleakage of a Self-adhering Flowable Composite. *Journal of Adhesive Dentistry*, 17(6).
- Xing, W., Chen, X., Ren, D., Zhan, K., & Wang, Y. (2017). The effect of ceramic thickness and resin cement shades on the color matching of ceramic veneers in discolored teeth. *Odontology*, 105(4), 460-466.

